



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 197 33 466 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
G 06 K 1/12
G 01 C 11/02

②1 Aktenzeichen: 197 33 466.0
②2 Anmeldetag: 2. 8. 97
④3 Offenlegungstag: 4. 2. 99

DE 197 33 466 A 1

⑦1 Anmelder:
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

⑦2 Erfinder:
Thielbeer, Boris, 38486 Neuferchau, DE

⑤5 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

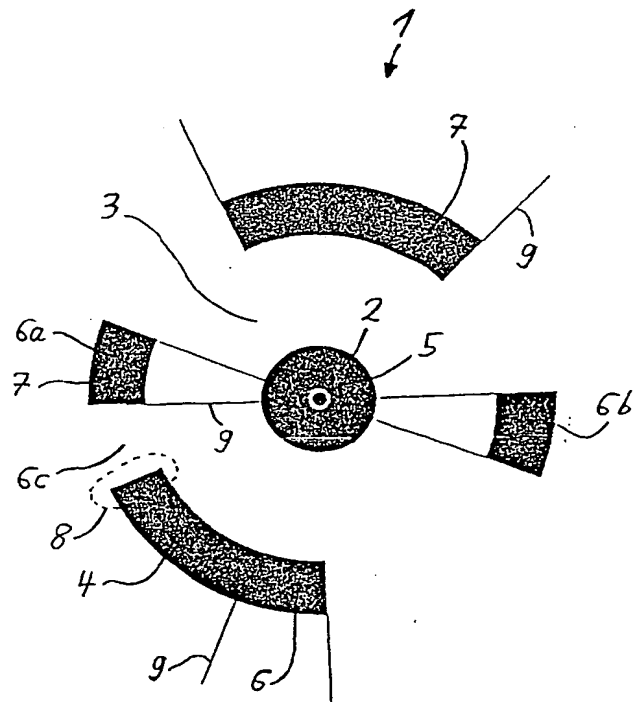
DE 36 42 397 C1
DE 44 09 198 A1
DE 42 05 406 A1
DE 3 91 440 A1
CH 5 60 937 A5
CH 5 29 390

KNOBLOCH, Martin, ROSENTHAL, Torsten: "MIROS,
a new
software for RS1 Digital Monocomparator". In:
ISPRS Commission V Symposium, Close-Range
Photogrammetry and Machine Vision, Vol. XXIX,
Part B5, 1992, S.35-42;
Van Den HEUVEL, F.A., KROON, R.J.G.A., Le
POOLE, R.S.:
"Digital Close-Range Photogrammetry using
artificial target". In: ISPRS Commission V
Symposium, Close-Range Photogrammetry and
Machine
Vision, Vol. XXIX, Part B5, 1992, S.222-229;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Mit Codierung versehenes Markierungssystem sowie mit einer Codierung versehene Markierung

⑤7 Markierungssysteme aus entsprechend einem Codierungssystem codierten Markierungen werden in der Fotogrammetrie verwendet, um spezielle Punkte oder Koordinaten von Objekten zu kennzeichnen und den jeweiligen Markierungspunkt für die rechnergesteuerte Bildauswertung einzeln identifizierbar zu machen, d. h. ihn einer bestimmten, individuellen Kennzeichnung - beispielsweise einer Punkt-Nummer - zuzuordnen. Es ist bekannt, die Markierungssysteme gegen fehlerhaftes Auslesen eines einzelnen Code-Bits (sog. Einfachfehler) durch ein Paritätsprüfungs-Bit abzusichern. Die Erfindung ermöglicht es, auch Mehrfachfehler (d. h. mehrere falsch oder nicht gelesene Bits) weitgehend zu erkennen und damit zu vermeiden. Sie schlägt dafür ein Markierungssystem vor, dessen Markierungen einen Zentralkreis oder -kreisring (2) sowie mindestens einen umgebenden, in radiale Sektoren (6) eingeteilten Codekreisring (4) aufweisen. Die Sektoren (6) des Codekreisrings (4) entsprechen den einzelnen Codebits der Codierung entsprechend dem Codierungssystem. Die Codierungen umfassen jeweils die gleiche Anzahl von Codekreisring-Sektoren (6) bzw. Bits. Ein 1-Bit ist jeweils einer bestimmten Farbe des Codekreisring-Sektors zugeordnet, während ein 0-Bit einer anderen Farbe zugeordnet ist. Die codierten Markierungen des Markierungssystems weisen erfindungsgemäß jeweils die gleiche Anzahl von Farbwechseln auf dem Codekreisring (4) auf.



DE 197 33 466 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Die vorliegende Erfindung betrifft ein mit Codierungen entsprechend einem Codierungssystem versehenes Markierungssystem sowie eine mit einer Codierung entsprechend einem Codierungssystem versehene Markierung.

- 5 Markierungssysteme gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie Markierungen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 9 werden in der Fotogrammetrie verwendet, um spezielle Punkte oder Koordinaten von Objekten zu kennzeichnen. Anhand dieser Markierungen lassen sich diese gekennzeichneten Punkte in fotografisch oder opto-elektronisch aufgenommenen Bildern anschließend leicht identifizieren. Durch die Codierung entsprechend einem Codierungssystem ist es möglich, die fotografisch oder opto-elektronisch aufgenommenen Bilddaten unter Rechnersteuerung auszuwerten.
- 10 Die entsprechend einem Codierungssystem vorgenommene Codierung der Markierungen dient dabei dazu, den jeweiligen Markierungspunkt für die rechnergesteuerte Bildauswertung einzeln identifizierbar zu machen und eine Zuordnung der einzelnen markierten Objektpunkte zu einer individuellen Kennzeichnung dieses Objektpunktes, beispielsweise einer Punktnummer, zu ermöglichen.

- Um diesen Zweck zu erfüllen, wird angestrebt, die Codierung der Markierung von einem Rechnersystem, das die aufgenommenen Bilddaten auswertet, möglichst einfach und sicher auswertbar zu gestalten. Dabei haben sich Markierungen bewährt, die einen Zentralkreis oder -kreisring sowie mindestens einen den Zentralkreis oder -kreisring umgebenden Codekreisring umfassen, der in radiale Sektoren eingeteilt ist, welche den einzelnen Code-Bits der Codierung entsprechend dem Codierungssystem entsprechen. Dabei wird ein 1-Bit einer bestimmten Farbe des Codekreisring-Sektors zugeordnet und ein 0-Bit wird einer anderen Farbe des Codekreisring-Sektors zugeordnet. Die Codierungen des verwendeten Codierungssystems umfassen jeweils die gleiche Anzahl von Codekreisring Bits.

- Unter Farbe im Sinne der vorliegenden Anmeldung wird jede Eigenschaft des optischen Erscheinungsbildes bzw. der Oberflächenstruktur eines betrachteten Flächenelements verstanden, die geeignet ist, einer betrachtenden Person und/oder einem bildaufnehmenden oder scannenden optischen System einen Sinneseindruck bzw. einen Datenwert zu liefern, der geeignet ist, dieses Flächenelement von einem Flächenelement einer anderen Farbe zu unterscheiden. Unter Farbe im Sinne der vorliegenden Anmeldung wird daher nicht nur der umgangssprachliche Farbenbegriff wie rot, blau, grün usw., sondern u. a. auch der Eindruck hell bzw. dunkel, unterschiedliche Grautöne oder unterschiedliche Muster auf dem betrachteten Flächenelement verstanden.

- Die Auswertung der von einem bilderfassenden oder scannenden System aufgenommenen Bilddaten geschieht im allgemeinen derart, daß zunächst der Zentralkreis oder -kreisring erfaßt wird. Dies kann allein unter Ausnutzung der den Zentralkreis oder -kreisring betreffenden Bilddaten geschehen. In allgemeinen werden aber die die Zentralkreise oder -kreisringe umgebenden Codekreisringe zur Identifizierung der Zentralkreise- oder -kreisringe mit herangezogen.

- In einem weiteren Verfahrensschritt wird sodann die in den Codekreisringen enthaltene Information rechnerisch ausgewertet, indem die unterschiedlichen Farben der Codekreisring-Sektoren der Codekreisringe der Markierungen unterschiedlichen Informationsbits zugeordnet werden und aus der jeweils erhaltenen Bitfolge der jeweilige Identifizierungscode für die jeweilige Markierung bestimmt wird.

- In Form von Aufklebern sind Markierungen eines Markierungssystems kommerziell erhältlich, die aus einem Zentralkreisring, einem den Zentralkreisring konzentrisch umgebenden Kontrastring einer einheitlichen Farbe, die von der Farbe des Zentralkreises abweicht, sowie einem den Kontrastring konzentrisch umgebenden, in radiale Sektoren eingeteilten Codekreisring bestehen. Die Markierungen sind schwarzweiß ausgelegt um einen ausreichenden Kontrast zu gewährleisten sowie eine Bildaufnahme mit Schwarzweiß-Bilderfassungsgeräten zu ermöglichen.

- Aus der Veröffentlichung "MIROS, a new software for Rollei RS1 Digital Monocomparator" von Martin Knobloch und Torsten Rosenthal, erschienen 1992 in ISPRS Commission V Symposium, Close-Range Photogrammetry and Machine Vision, Volume XXIX, Part B5, Seite 35-42, ist ein Markierungssystem mit Markierungen bekannt, die aus einem Zentralkreis, einem den Zentralkreis konzentrisch umgebenden Kontrastring sowie zwei den Kontrastring konzentrisch umgebenden Codekreisringen bestehen. Für diejenigen Codekreisring-Sektoren, die auf dem gleichen Radiusvektor angeordnet sind und Codierungs-Bits enthalten, sind die Farben jeweils identisch gewählt, während eine unterschiedliche Farbe der auf dem selben Radiusvektor angeordneten Codekreisring-Sektoren des inneren Codekreisrings und des äußeren Codekreisrings die Start-Stop-Markierung zum Auslesen der Codekreisringe liefert. Auch diese bekannten Markierungen sind schwarzweiß ausgelegt.

- Aus der Veröffentlichung "Digital Close-Range Photogrammetry using artificial targets" von F.A. van den Heuvel, R.J.G.A. Kroon und R.S. Le Poole, erschienen 1992 in ISPRS Commission V Symposium, Close-Range Photogrammetry and Machine Vision, Volume XXIX, Part B5, Seite 222-229, sind schwarzweiße Markierungen eines Markierungssystems bekannt, die aus einem Zentralkreis, einem den Zentralkreis konzentrisch umgebenden Codekreisring, einem konzentrisch umgebenden Kontrastring sowie einem weiteren äußeren konzentrisch umgebenden Codekreisring bestehen. Der innere Codekreisring ist geschlossen und dient ausschließlich der automatischen Erkennung. Der äußere Codekreisring enthält die in 10 Bit codierte Punktnummer.

- Es ist bekannt, einen Codekreisring-Sektor vorzusehen, der nicht unmittelbar der Codierung der Markierungsidentifikation dient, sondern dessen Einfärbung aus der Einfärbung der übrigen Codekreisring-Sektoren derart berechnet wird, daß sich eine Paritätsprüfung für die jeweilige Codierung ergibt. Auf diese Art und Weise können Einfachfehler, d. h. die fehlerhafte Auslesung eines Codekreisring-Sektors pro Codekreisring (z. B. durch Abdeckung oder Abschattung eines Codekreisring-Sektors), identifiziert werden.

- Darüber hinaus besteht aber die Aufgabe, auch Mehrfachfehler, bei denen mehrere Codekreisring-Sektoren bei der Bilderfassung oder der rechnerischen Bilddatenauswertung fehlerhaft oder gar nicht identifiziert werden, möglichst weitgehend zu vermeiden.

- Diese Aufgabe wird durch ein mit Codierungen entsprechend einem Codierungssystem versehenes Markierungssystem gemäß Anspruch 1 gelöst.

Das erfindungsgemäße Markierungssystem umfaßt mithin ausschließlich Markierungen, die jeweils die gleiche Anzahl von Farbwechseln auf einem Codekreisring aufweisen. Bezeichnet man eine Folge von benachbarten Codekreis-

ring-Sektoren gleicher, fest gewählter Farbe (d. h. mit anderen Worten eine Folge von benachbarten Codekreisring-Sektoren zwischen zwei Übergangsstellen mit einem Farbwechsel) als ein Codekreisring-Segment, so läßt sich das erfindungsgemäße Prinzip auch derart formulieren, daß ein Codekreisring einer Markierung eines erfindungsgemäßen Markierungssystems jeweils die gleiche Anzahl von Codekreisring-Segmenten enthält.

Das Erfindungsprinzip wird anhand der Fig. 1, die beispielhaft eine Markierung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Markierungssystems zeigt, näher erläutert.

Die Markierung 1 der Fig. 1 umfaßt einen Zentralkreis 2 sowie einen den Zentralkreis 2 konzentrisch umgebenden Codekreisring 4, der in sechzehn radiale Sektoren 6 eingeteilt ist, welche den einzelnen sechzehn Codebits der Codierung entsprechend dem Codierungssystem entsprechen. Die Markierung 1 ist schwarzweiß ausgelegt, um auf jeden Fall einen ausreichenden Kontrast zu gewähren sowie eine Bildaufnahme durch Schwarzweiß-Bilderfassungsgeräte zu ermöglichen.

Mehrere benachbarte Codekreisring-Sektoren gleicher, fest gewählter Farbe werden jeweils gemeinsam als Codekreisring-Segment 7 bezeichnet. Mit Bezug auf die Fig. 1 und die übrigen Figuren der Anmeldung wird willkürlich, aber fest, die Farbe schwarz gewählt. Die Markierung 1 der Fig. 1 enthält somit vier Codekreisring-Segmente 7, und zwar zwei Codekreisring-Segmente, die jeweils nur aus einem einzigen Codekreisring-Sektor 6a, 6b, bestehen (im folgenden kurz als Codekreisring-Segmente der Länge 1 bezeichnet) sowie zwei weitere Codekreisring-Segmente, die jeweils aus drei Codekreisring-Sektoren bestehen (im folgenden kurz als Codekreisring-Segmente der Länge 3 bezeichnet). Aufgrund der Gesamtzahl von vier Codekreisring-Segmenten 7 auf dem Codekreisring 4 ergeben sich bei einem Umlauf auf dem Codekreisring 4 insgesamt vier Farbwechsel von schwarz auf weiß sowie entsprechend vier Farbwechsel von weiß auf schwarz.

Aufgrund des Erfindungsprinzips, daß alle codierten Markierungen des Markierungssystems jeweils die gleiche Anzahl von Farbwechseln bzw. Codekreisring-Segmenten auf einem Codekreisring aufweisen, ergibt sich der Vorteil, daß bei der rechnergesteuerten Bildauswertung auch Fehler erkennbar sind, die durch das Verdecken oder Abschatten kompletter Codekreisring-Segmente verursacht werden. Dieser Mehrfachfehler läßt sich durch das Prinzip der Erfindung erkennen und ausschalten.

In Weiterbildung der Erfindung zeigt das bevorzugte Ausführungsbeispiel der Fig. 1 einen kleinen Zentralkreisring 5 im Zentrum des Zentralkreises 2. Dieser Zentralkreisring 5 dient der optischen Anpeilung der Marke, z. B. mit einem Zieltheodoliten.

Außerdem ist in Weiterbildung der Erfindung bei der Markierung 1 der Fig. 1 zwischen dem Zentralkreis 2 und dem Codekreisring 4 ein weißer, vom Schwarz des Zentralkreises 2 abweichend eingefärbter Kontrasttring 3 eingefügt. Dieser Kontrasttring 3 dient der Vereinfachung der optischen und der rechnergesteuerten Erkennung und Auswertung der Markierung 1, da er den Codekreisring 4 durch Erhöhung des Kontrastes optisch vom Zentralkreis 2 abhebt.

Erfindungsgemäß wird weiter bevorzugt, daß die Codekreisringe aller Markierungen eines erfindungsgemäßen Erfindungssystems jeweils mindestens einen Codekreisring-Sektor aufweisen, dessen Farbe bei einer geradzahligen Anzahl von Codekreisring-Sektoren identisch mit der Farbe des den jeweiligen Codekreisring-Sektor auf dem Codekreisring gegenüberliegenden Codekreisring-Sektors ist bzw. bei einer ungeradzahligen Anzahl von Codekreisring-Sektoren identisch mit der Farbe der beiden dem jeweiligen Codekreisring-Sektor auf dem Codekreisring gegenüberliegenden Codekreisring-Sektoren ist. Bei der Markierung 1 der Fig. 1, die insgesamt sechzehn Codekreisring-Sektoren 6 in ihrem Codekreisring 4 aufweist, sind drei Paare einander gegenüberliegender Codekreisring-Sektoren vorhanden. Ein solches Paar einander gegenüberliegender Codekreisring-Sektoren 6a, 6b ist in der Fig. 1 entsprechend markiert. Diese Ausbildung einander gegenüberliegender Codekreisring-Sektoren erleichtert das Auffinden und Identifizieren einer Markierung, da sie für eine ordnungsgemäße Markierung das zusätzliche Kriterium liefert, daß auf beiden Seiten des Zentralkreisrings im gleichen Abstand einander gegenüberliegend mindestens eine Fläche gleicher Farbe (nämlich die einander gegenüberliegenden gleichfarbigen Codekreisring-Sektoren) vorhanden sein muß.

Zur Erkennung von Einfachfehlern wird weiter bevorzugt daß die Codekreisringe der Markierungen jeweils in an sich bekannter Weise einen Codekreisring-Sektor zur Paritätsprüfung umfassen bzw. daß das Codierungssystem ein Bit zur Paritätsprüfung umfaßt.

In Weiterbildung der Erfindung enthält das Codierungssystem keine Codierung, die bei einem Start des Auslesens des Codekreisrings an jeglichem beliebigen Codekreisring-Sektor irgendeine andere gültige Codierung des Codierungssystems liefert. Auf diese Art und Weise wird die Festlegung eines Start-Stop-Bits überflüssig; der bei der Codierung verwendete Code des Codierungssystems ist rotationsinvariant.

Besonders bevorzugt wird, daß die Codekreisringe der Markierungen des Markierungssystems nicht nur erfindungsgemäß die gleiche Anzahl von Codekreisring-Segmenten überhaupt, sondern außerdem die gleiche Anzahl von Codekreisring-Segmenten bestimmter Längen aufweisen. Der Codekreisring 4 der Markierung 1 der Fig. 1 besitzt, wie oben ausgeführt, zwei schwarze Codekreisring-Segmente der Länge 1 sowie zwei weitere schwarze Code-Segmente der Länge 3. Diese Codierung dieses Codekreisrings 4 wird im folgenden kurz als 1-1-3-3-Codierung bezeichnet. Enthält ein Codierungssystem beispielsweise ausschließlich solche 1-1-3-3-Codierungen, so kann dadurch ausgeschlossen werden, daß durch Abdecken eines oder mehrerer Codekreisring-Sektoren der festgewählten Farbe (hier schwarz) ein anderer gültiger Code des Codierungssystems entsteht, unabhängig davon, ob beispielsweise durch das gleichzeitige Abdecken von zwei Codekreisring-Sektoren eine ggf. vorhandene Paritätsprüfungsbedingung weiterhin erfüllt ist und die erfindungsgemäße Forderung, daß die Codekreisringe des Markierungssystems jeweils die gleiche Anzahl von Codekreisring-Segmenten aufweisen, weiterhin erfüllt ist.

Das Codierungssystem der Markierung 1 der Fig. 1, das ausschließlich Codierungen mit vier schwarzen Codekreisring-Segmenten im Codierungssystem vorsieht, wird im folgenden kurz als 4-Segment-Codierung bezeichnet.

Die vorgenannte Weiterbildung der Erfindung hat allerdings den Nachteil, daß die Anzahl der im Codierungssystem zur Verfügung stehenden gültigen Codierungen gegenüber einer aufgrund der gewählten Bit-Länge des Codierungssystems maximal möglichen Anzahl von Codierungen beträchtlich eingeschränkt wird. Dies kann vorteilhafterweise zum Teil dadurch kompensiert werden, daß man nicht nur Codekreisringe eines Codierungssystems zuläßt, die jeweils die

gleiche Anzahl von Codekreisring-Segmenten bestimmter Längen aufweisen, sondern daß man Codekreislänge zuläßt, die jeweils eine Anzahl von Codekreisring-Segmenten bestimmter Längen, ausgewählt aus einer Gruppe von Codekreisring-Segmenten bestimmter Längen zuläßt. Allerdings sollte dabei darauf geachtet werden, daß nur solche Kombinationen gewählt werden, bei denen durch Abdecken von einzelnen Codekreisring-Sektoren aus Codekreisring-Segmenten keine anderen gültigen Codierungen des Codierungssystems entstehen.

Unabhängig von dem gewählten Codierungssystem sind auch Einzelmarkierungen gemäß Anspruch 9 Gegenstand der Erfindung, bei denen der Zentralkreis oder -kreisring in seinem Zentrum eine Zielmarke, insbesondere einen Zielpunkt, einen Zielkreisring oder ein Ziel kreuz aufweist. Diese Zielmarke im Zentrum des Zentralkreises oder -kreisrings dient dem erleichterten manuellen optischen Anpeilen des Zentralkreises oder -kreisrings, z. B. mit einem Theodoliten.

Weitere bevorzugte Ausbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Markierungssystemen aus Markierungen mit jeweils einem Codekreisring von 12 bis 18 Codekreisring-Sektoren noch weiter erläutert. Diesen 12 bis 18 Codekreisring-Sektoren entsprechen dann Codierungen des Codierungssystems von 12 bis 18 Bit. Diese Bit-Zahlen liefern in der Praxis sinnvolle Maximalzahlen von Codierungen in einem Codierungssystem, nämlich bei n Codebits maximal 2^n Codewörter im Codierungssystem. Bei 12 Bit sind dies 4.096, bei 18 Bit 262.144 grundsätzlich maximal mögliche Codewörter.

Reserviert man jeweils eines der Bits für eine Paritätsprüfung – z. B. durch die Forderung nach gerader Parität –, so halbiert sich durch den Wegfall eines Bits die Anzahl der grundsätzlich maximal zur Verfügung stehenden Codewörter.

Durch die bevorzugte Forderung nach mindestens einem Paar gegenüberliegender Codekreisring-Sektoren gleicher Farbe – d. h. einem Paar auf dem Codekreisring gegenüberliegender gesetzter Bits – und durch die bevorzugte Forderung nach Rotationsinvarianz des Codes ergibt sich eine weitere Reduktion der zur Verfügung stehenden Codierungen, z. B. (bei zusätzlicher Paritätsprüfung) bei 12 Bit von 4.096 auf 148 und bei 18 Bit von 262.144 auf 6.767 Codierungsmöglichkeiten (vergleiche Tab. 1).

Durch die erfindungsgemäße Forderung, daß die codierten Markierungen des Markierungssystems jeweils die gleiche Anzahl von Farbwechseln bzw. von Codekreisring-Segmenten auf dem Codekreisring aufweisen, ergibt sich eine weitere Reduzierung der zur Verfügung stehenden Codierungsmöglichkeiten im Codierungssystem.

Tabelle 1 zeigt die bei Codewortlängen von 12, 14, 16 und 18 Bit zur Verfügung stehenden Codierungsmöglichkeiten in Abhängigkeit von der Anzahl der Codekreisring-Segmente, wobei zusätzlich eine Paritätsprüfung, eine Rotations-Invarianz sowie mindestens ein Paar gegenüberliegend gesetzter Bits bei dem Codierungssystem gefordert wurde. Für die besonders praxisrelevanten Codierungen mit 14 und 16 Bit Codewortlänge verbleibt die größte Anzahl von Codierungsmöglichkeiten bei der Festlegung auf vier Segmente pro Codekreisring, nämlich 201 bzw. 755 gültige Codierungsmöglichkeiten.

Die geschilderten Auswahlprozesse können vorteilhaft durch eine Datenverarbeitungsanlage durchgeführt werden, da sie sich leicht für eine Rechnerdurchführung programmieren lassen. Beispielsweise kann die Forderung nach Rotations-Invarianz aller Codierungen des Codierungssystems, d. h. die Forderung, daß im Codierungssystem keine Codierung enthalten ist, die bei einem Start des Auslesens des Codekreisrings an jeglichem beliebigen Codekreisring-Sektor 6 eine andere gültige Codierung des Codierungssystems liefert, auf folgende Art und Weise durch eine Datenverarbeitungsanlage geprüft werden:

Zunächst ordnet man den grundsätzlich möglichen Codekreislängen entsprechende Codierungswörter zu, z. B. entspricht die Codierung der Markierung 1 der Fig. 1 dem Codewort 0010001110100111 (schwarz wurde gleich 1 gesetzt weiß als 0; der Startpunkt des Auslesens des Codekreisrings ist willkürlich gewählt). Dies führt man für alle grundsätzlich möglichen Codekreislängen des Codierungssystems aus. Anschließend werden die Bits jedes Codewortes zyklisch im jeweiligen Codewort verschoben, bis sich am Beginn des Codewortes eine maximale Anzahl von Nullen ergibt. Für die Codierung der Markierung 1 der Fig. 1 ergibt sich dann die Bit-Folge 0001110100111001 (durch die zyklische Verschiebung der Code-Bits, wobei deren Rangfolge untereinander natürlich erhalten bleibt, wird eine Rotation des Codekreisrings 4 simuliert). Hat man diese Operation für alle zur Auswahl stehenden Codewörter des Codierungssystems durchgeführt, so vergleicht man die erhaltenen Codewörter. Stimmen zwei oder mehr Codewörter des Codierungssystems nunmehr überein, so müssen sie bis auf eines aus dem Codierungssystem ausgeschieden werden, da der entsprechende Codekreisring sonst nicht rotationsinvariant ist.

Auf ähnliche Art und Weise lassen sich auch die übrigen Anforderungen, die das erfindungsgemäße Codierungssystem zwingend oder in vorteilhafter Weiterbildung bevorzugt erfüllen soll, einfach rechnergesteuert überprüfen. Beispielsweise bedeutet die Forderung, daß sich auf dem Codekreisring mindestens zwei einander gegenüberliegende identisch gefärbte Sektoren befinden müssen, bei einem 8-Bit-Codewort, daß entweder das erste und fünfte oder das zweite und sechste oder das dritte und siebte oder das vierte und achte Bit des Codeworts gleichzeitig "0" oder "1" sind.

Um eine noch größere Sicherheit der Codierungsauswertung zu erhalten, kann vorgesehen sein, daß das Codierungssystem nur bestimmte Typen von n -Segment-Codekreislängen enthält.

Tabelle 2 enthält für 4-Segment-Codes mit 12, 14, 16 und 18 Bit Codewortlänge Angaben über die gültigen Codewörter unter Beachtung der weiteren o.g. Einschränkungen (ein Paritätsbit; Rotations-Invarianz des Codes; mindestens ein Paar gegenüberliegende gesetzte Bits), wenn die vier Codekreis-Segmente jeweils bestimmte Längen aufweisen. Der Tabelle 2 ist entnehmbar, daß für die Codesegment-Konfiguration 1-1-1-3 bei einer Codewortlänge von 14 Bit (die Codekreisring-Sektoren nehmen bei Gleichaufteilung dann jeweils einen Winkel von $25,7^\circ$ ein) 31 mögliche Codewörter verbleiben, während es für eine 1-1-1-9-Code-Segment-Konfiguration bei einer Codewortlänge von 12 Bit überhaupt kein gültiges Codewort mehr gibt.

Maximal mögliche Anzahlen gültiger Codewörter treten für 12 Bit Codewortlänge (aufgrund des Paritätsprüfungs-Bits verbleiben dann 11 signifikante Bits) bei der Codesegment-Konfiguration 1-1-2-2, bei 14 Bit Codewortlänge (entspricht 13 signifikanten Bits) bei der selben Codesegment-Konfiguration, bei 16 Bit bei den Konfigurationen 1-1-2-4 und 1-2-2-3 und bei 18 Bit (das bedeutet bei Gleichaufteilung eine Winkelgröße des einzelnen Codekreisring-Sektors von 20°) bei den selben Codesegment-Konfigurationen auf. Es ergeben sich dann bei 12 Bit 16 verschiedene verwendbare Codewörter, bei 14 Bit 48 Codewörter, bei 16 Bit 105 Codewörter und bei 18 Bit 240 Codewörter.

Um die Anzahl der verwendbaren Codewörter bei vorgegebener Codewortlänge und Beibehaltung der übrigen Anforderungen zu vergrößern, kann man in einem Codierungssystem auch Codierungen mit gleicher Anzahl von Codekreisring-Segmenten, aber unterschiedlichen, aber dennoch festgelegten Längen dieser Codekreisring-Segmente kombinieren. Auch diese Möglichkeit ist in dieser Tabelle 2 niedergelegt. Bei der Kombination muß lediglich darauf geachtet werden, daß durch Abdecken oder Abschalten von Teilen von Codekreisring-Segment keine anderen gültigen Codewörter des Codierungssystems entstehen.

Wie aus Tabelle 2 entnehmbar ist, wird beispielsweise bei 12 Bit Codewortlänge (d. h. 11 signifikante Bits bei einem Paritätsprüfungsbit) die Anzahl der möglichen gültigen Codewörter auf 26 erhöht, wenn man die Codesegment-Konfigurationen 1-1-1-3 und 1-1-2-2 zusammen in einem Codierungssystem zuläßt (Kombination 2 der Tabelle 2 für 12 Bit). Die Kombination 1 der Tabelle 2 für 14 Bit (bestehend aus den fünf möglichen Codesegment-Konfigurationen 1-1-1-5, 1-1-2-4, 1-1-3-3, 1-2-2-3 und 2-2-2-2) liefert z. B. 89 mögliche gültige Codewörter.

Tabelle 3 zeigt beispielhaft anhand einer Kombinationsmatrix für verschiedene Codesegment-Konfigurationen eines 4-Segment-Codes bei 14 Bit Codewortlänge (d. h. 13 signifikante Bits), welche Codesegment-Konfigurationen jeweils paarweise miteinander kombinierbar sind. Beispielsweise ist die Code-Segment-Konfiguration 1-1-1-7 mit 23 anderen 4-Segment-Codesegment-Konfigurationen paarweise kombinierbar, während die 4-Segment-Codesegment-Konfiguration 1-1-2-2 nur mit vier anderen Codesegment-Konfigurationen paarweise kombinierbar ist.

Aus Tabelle 2 ist entnehmbar, daß es bei einer Kombination von zwei oder mehr verschiedenen 4-Segment-Codesegment-Konfigurationen bei einer Codewortlänge von 12 Bit (11 signifikante Bits) maximal 26 verschiedene gültige Codewörter gibt ("Kombination 2"), bei 14 Bit maximal 89 Codewörter ("Kombination 1"), bei 16 Bit maximal 309 Codewörter ("Kombination 1") und bei 18 Bit (17 signifikante Bits) maximal 738 mögliche gültige Codewörter ("Kombination 3").

Abschließend zeigt Tabelle 4 (unter Zugrundelegung der gleichen Anforderungen wie bei Tabelle 1) sämtliche gültigen Codewörter bei einer 14-Bit-4-Segment-Codierung. Es ergeben sich insgesamt 201 mögliche gültige Codewörter, entsprechend dem entsprechenden Wert aus Tabelle 1. Mit "*" sind die Codewörter gekennzeichnet, die zu einer Kombination der Codesegment-Konfigurationen 1-1-2-2 und 1-1-1-3 gehören. Dies sind 79 Codewörter entsprechend der "Kombination 2" aus Tabelle 2.

In Fig. 2 sind beispielhaft bevorzugte Ausführungsbeispiele der Markierungen gezeigt, die zu den Codewörtern Nummer (*36-*44) der Tabelle 4 gehören.

Das in Tabelle 4 und Fig. 2 gezeigte 14-Bit-4-Segment-Codierungssystem von "*" -Codewörtern aus den kombinierten Codesegment-Konfigurationen 1-1-2-2 und 1-1-1-3 erfüllt als ein besonders bevorzugtes Ausführungsbeispiel eine ganze Reihe von Forderungen, die eine besonders einfache und sichere Identifizierung der Codierungen der codierten Markierungen erlauben:

- Der Zentralkreis der Markierungen enthält einen zentralen kleinen Zielkreisring zur optischen Anmessung mit einem Theodoliten.
- Der Codekreisring ist in unmittelbarer Nähe des Zentralkreises angeordnet, dadurch wird eine Fehlzuordnung eines Codekreisrings zu einer benachbarten Markierung ausgeschlossen.
- Ein Codekreisring-Sektor bzw. ein Code-Bit zur Paritätsprüfung ist vorhanden, so daß Einfachfehler erkannt werden.
- Es ist eine für fotogrammetrische Zwecke ausreichende Anzahl von möglichen gültigen Codewörtern, nämlich 79 Codewörter, vorhanden.
- Der Codekreisring ist rotationsinvariant angelegt, so daß auf ein Start- und Stop-Bit verzichtet werden kann.
- Mindestens ein Paar einander gegenüberliegender schwarz gefärbter Codekreisring-Sektoren erleichtert das Identifizieren einer Markierung.
- Die Tatsache, daß das Markierungssystem ausschließlich Markierungen mit Codekreisringen mit jeweils vier Segmenten enthält, verhindert Mehrfachfehler durch ein Abdecken oder Abschatten kompletter Codesegmente.
- Die Tatsache, daß das Codierungssystem ausschließlich die Codesegment-Konfigurationen 1-1-2-2 und 1-1-1-3 enthält, erhöht die Auslese-Sicherheit der codierten Information noch weiter.

Tabelle 1

Anzahl der Code- Segmente	12 Bit	14 Bit	16 Bit	18 Bit
1	3	4	4	5
2	35	57	91	132
3	63	183	427	892
4	42	201	755	2262
5	4	65	465	2304
6	1	7	113	1002
7	0	0	6	161
8	0	0	1	9
Summe	148	517	1862	6767

Tabelle 2

	12 Bit (30°)	14 Bit (25,7°)	16 Bit (22,5°)	18 Bit (20°)	Zuordnung zu den unten aufgeführten Kombinationen
1-1-1-1	6	11	19	28	5
1-1-1-3	10	31	68	121	2
1-1-1-5	1	10	35	80	1
1-1-1-7	0	1	10	35	3
1-1-1-9	0	0	1	10	4
1-1-2-2	16	48	104	184	2
1-1-2-4	3	30	105	240	1
1-1-2-6	0	3	30	105	3
1-1-2-8	0	0	3	30	4
1-1-3-3	2	16	54	122	1
1-1-3-5	0	3	30	105	3
1-1-3-7	0	0	3	30	4
1-1-4-4	0	2	16	54	3
1-1-4-6	0	0	3	30	4
1-1-5-5	0	0	2	16	4
1-2-2-3	3	30	105	240	1
1-2-2-5	0	3	30	105	3
1-2-2-7	0	0	3	30	4
1-2-3-4	0	6	60	210	3
1-2-3-6	0	0	6	60	4
1-2-4-5	0	0	6	60	4
1-3-3-3	0	1	10	35	3
1-3-3-5	0	0	3	30	4
1-3-4-4	0	0	3	30	4
2-2-2-2	1	3	10	21	1
2-2-2-4	0	1	10	35	3
2-2-2-6	0	0	1	10	4
2-2-3-3	0	2	16	54	3
2-2-3-5	0	0	3	30	4
2-3-3-4	0	0	3	30	4
3-3-3-3	0	0	1	3	4
Summe	42	201	753	2173	
Kombination 1	10	89	309	703	
Kombination 2	26	79	172	305	
Kombination 3	0	22	212	738	
Kombination 4	0	0	41	399	
"Kombination" 5	6	11	19	28	
Summe	42	201	753	2173	

Tabelle 3

	1-1-1-1	1-1-1-3	1-1-1-5	1-1-1-7	1-1-1-9	1-1-2-2	1-1-2-4	1-1-2-6	1-1-2-8	1-1-3-3	1-1-3-5	1-1-3-7	1-1-4-4	1-1-4-6	1-1-5-5	1-2-2-3	1-2-2-5	1-2-2-7	1-2-3-4	1-2-3-6	1-2-4-5	1-3-3-3	1-3-3-5	1-3-4-4	2-2-2-2	2-2-2-4	2-2-2-6	2-2-3-3	2-2-3-5	2-3-3-4	3-3-3-3	Kombinationsmöglichkeiten
0																																0
2																																2
13																																13
23																																23
26																																26
4																																4
9																																9
19																																19
23																																23
12																																12
17																																17
21																																21
21																																21
21																																21
22																																22
13																																13
18																																18
21																																21
18																																18
19																																19
19																																19
21																																21
22																																22
21																																21
21																																21
20																																20
21																																21
17																																17
19																																19
22																																22

Tabelle 4

1	00000010010101	*52	00010010100111	*103	00011011001001	154	00101101001111
2	00000010100101	*53	00010010110011	104	00011011010111	155	00101101100111
3	00000010101001	*54	00010010111001	105	00011011011011	156	00101101110011
*4	00000101010111	*55	00010011001011	106	00011011011101	157	00101110010111
*5	00000101011011	*56	00010011001101	107	00011011101011	158	00101110011011
*6	00000101101011	*57	00010011010011	108	00011011101101	159	00101110011101
*7	00000110101011	*58	00010011011001	109	00011011110101	160	00101110100111
*8	00000110101101	*59	00010011100101	*110	00011100100101	161	00101110110011
*9	00000110110101	*60	00010011101001	*111	00011100101001	162	00101111001101
*10	00000110110101	*61	00010100010111	*112	00011101001001	163	00101111010011
11	00001000010101	*62	00010100011011	113	00011101010111	164	00110011010111
12	00001000100101	*63	00010100011101	114	00011101011011	165	00110011011011
13	00001001000101	*64	00010100100111	115	00011101011101	166	00110011011101
*14	00001001010111	*65	00010100110011	116	00011101101011	167	00110011101011
*15	00001001011101	*66	00010100111001	117	00011101101101	168	00110011101101
*16	00001001101101	*67	00010101000111	118	00011101110101	169	00110011110101
*17	00001001110101	68	00010101011111	119	00011110101011	170	00110100110111
18	00001010000101	*69	00010101100011	120	00011110101101	171	00110100111011
19	00001010001001	70	00010101101111	121	00011110110101	172	00110100111101
20	00001010010001	71	00010101110111	122	00011111010101	173	00110101001111
*21	00001010010111	72	00010101111011	*123	00100100100111	174	00110101100111
*22	00001010011011	73	00010101111101	*124	00100100110011	175	00110110011011
*23	00001010011101	*74	00010110001011	125	00100101011111	176	00110110011101
*24	00001010100111	*75	00010110001101	126	00100101101111	177	00110110100111
*25	00001010110011	*76	00010110010011	127	00100101110111	178	00111001110101
*26	00001010111001	*77	00010110011001	128	00100101111011	179	00111010011101
*27	00001011001011	*78	00010110100011	129	00100101111101	180	01010101111111
*28	00001011001101	79	00010110101111	*130	00100110010011	181	01010110111111
*29	00001011010011	80	00010110110111	131	00100110101111	182	01010111011111
*30	00001011011001	81	00010110111011	132	00100110110111	183	01010111101111
*31	00001011100101	82	00010110111101	133	00100110111011	184	01010111110111
*32	00001011101001	*83	00010111001001	134	00100110111101	185	01010111111011
*33	00001100101011	84	00010111010111	135	00100111010111	186	01011010111111
*34	00001100101101	85	00010111011011	136	00100111011011	187	01011011011111
*35	00001100110101	86	00010111011101	137	00100111011101	188	01011011101111
*36	00001101001011	87	00010111101011	138	00100111101011	189	01011011110111
*37	00001101001101	88	00010111101101	139	00100111101101	190	01011011111011
*38	00001101010011	89	00010111110101	140	00100111110101	191	01011101011111
*39	00001101100101	*90	00011000110101	141	00101001011111	192	01011101101111
*40	00001110010101	*91	00011001001011	142	00101001101111	193	01011101110111
*41	00001110100101	*92	00011001001101	143	00101001110111	194	01011110111011
*42	00001110101001	*93	00011001011001	144	00101001111011	195	01011110101111
43	00010001001001	*94	00011001100101	145	00101001111101	196	01011110110111
*44	00010001011011	*95	00011001101001	146	00101010011111	197	01011110111011
*45	00010001011101	*96	00011010001101	147	00101011001111	198	01011111011011
*46	00010001101011	*97	00011010010011	148	00101011100111	199	01101101101111
*47	00010001101101	*98	00011010011001	149	00101011110011	200	01101101110111
48	00010010001001	99	00011010101111	150	00101100101111	201	01101110110111
*49	00010010010111	100	00011010110111	151	00101100110111		
*50	00010010011011	101	00011010111011	152	00101100111011		
*51	00010010011101	102	00011010111101	153	00101100111101		

Patentansprüche

1. Mit Codierungen entsprechend einem Codierungssystem versehenes Markierungssystem, insbesondere für Meßzwecke, mit Markierungen (1) mit einem Zentralkreis oder -kreisring (2) sowie
 – mindestens einem den Zentralkreis oder -kreisring (2) umgebenden Codekreisring (4), der in radiale Sektoren (6) eingeteilt ist, welche den einzelnen Code-Bits der Codierung entsprechend dem Codierungssystem ent-

sprechen,

- wobei ein 1-Bit einer bestimmten Farbe des Codekreisring-Sektors (6) zugeordnet ist und ein 0-Bit einer anderen Farbe des Codekreisring-Sektors (6) zugeordnet ist, so daß im Codekreisring (4) an der Übergangsstelle (8) zwischen einem Codekreisring-Sektor (6a) eines Bit-Typs zu einem benachbarten Codekreisring-Sektor (6a) eines abweichenden Bit-Typs ein Farbwechsel stattfindet und

- wobei die Codierungen des Codierungssystems jeweils die gleiche Anzahl von Codekreisring-Sektoren (6) bzw. Bits umfassen,

dadurch gekennzeichnet, daß

- die codierten Markierungen (1) des Markierungssystems jeweils die gleiche Anzahl von Farbwechseln auf dem Codekreisring (4) aufweisen.

2. Markierungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Zentralkreis oder -kreisring (2) in seinem Zentrum eine Zielmarke, insbesondere einen Zielpunkt, einen Zielkreisring (5) oder ein Zielkreuz aufweist.

3. Markierungssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Zentralkreis oder -kreisring (2) und Codekreisring (4) ein Kontrasttring (3) angeordnet ist, der eine einheitliche, von der Farbe des Zentralkreises oder -kreisrings (2) abweichende Farbe aufweist.

4. Markierungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Codekreisringe (4) der Markierungen (1) jeweils mindestens einen Codekreisring-Sektor (6a) aufweisen, dessen Farbe bei einer geradzahligen Anzahl von Codekreisring-Sektoren identisch mit der Farbe des dem jeweiligen Codekreisring-Sektor (6a) auf dem Codekreisring (4) gegenüberliegenden Codekreisring-Sektors (6b) ist bzw. bei einer ungeradzahligen Anzahl von Codekreisring-Sektoren (6) identisch mit der Farbe der beiden dem jeweiligen Codekreisring-Sektor jeweils auf dem Codekreisring (4) gegenüberliegenden Codekreisring-Sektoren ist.

5. Markierungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Codierungssystem ein Bit zur Paritätsprüfung umfaßt bzw. die Codekreisringe (4) der Markierungen (1) jeweils einen Codekreisring-Sektor (6c) zur Paritätsprüfung umfassen.

6. Markierungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Codierungssystem keine Codierung enthalten ist, die bei einem Start des Auslesens des gemäß dem Codierungssystem gebildeten Codekreisrings (4) an jeglichem beliebigen Codekreisring-Sektor (6) eine andere gültige Codierung des Codierungssystems liefert.

7. Markierungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Codekreisringe (4) der Markierungen (1) des Markierungssystems jeweils die gleiche Anzahl von Codekreisring-Segmenten (7) bestimmter Längen aufweisen, wobei als Codekreisring-Segment (7) eine Folge von benachbarten Codekreisring-Sektoren (6) gleicher, fest gewählter Farbe bezeichnet wird.

8. Markierungssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Codekreisringe (4) der Markierungen (1) des Markierungssystems jeweils eine Anzahl von Codekreisring-Segmenten (7) bestimmter Längen ausgewählt aus einer Gruppe von Codekreisring-Segmenten (7) bestimmter Längen aufweisen wobei als Codekreisring-Segment (7) eine Folge von benachbarten Codekreisring-Sektoren (6) gleicher, fest gewählter Farbe bezeichnet wird.

9. Mit einer Codierung entsprechend einem Codierungssystem versehene Markierung (1), dadurch gekennzeichnet, daß der Zentralkreis oder -kreisring (2) in seinem Zentrum eine Zielmarke, insbesondere einen Zielpunkt, einen Zielkreisring (5) oder ein Zielkreuz aufweist.

10. Markierung (1) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Zentralkreis oder -kreisring (2) und Codekreisring (4) ein Kontrasttring (3) angeordnet ist, der eine einheitliche von der Farbe des Zentralkreises oder -kreisrings (2) abweichende Farbe aufweist.

11. Markierung (1) nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Codekreisring (4) mindestens einen Codekreisring-Sektor (6a) aufweist, dessen Farbe bei einer geradzahligen Anzahl von Codekreisring-Sektoren identisch mit der Farbe des dem Codekreisring-Sektor (6a) auf dem Codekreisring (4) gegenüberliegenden Codekreisring-Sektors (6b) ist bzw. bei einer ungeradzahligen Anzahl von Codekreisring-Sektoren identisch mit der Farbe der beiden dem Codekreisring-Sektor auf dem Codekreisring (4) gegenüberliegenden Codekreisring-Sektoren ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

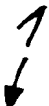
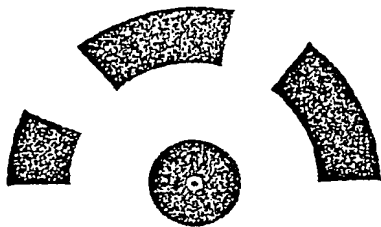
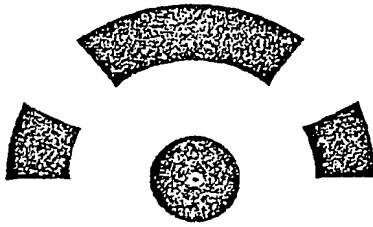


Fig. 1

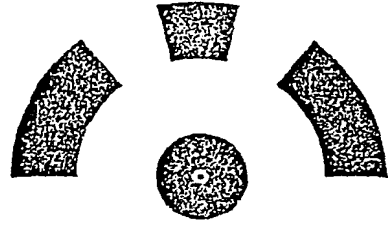
Fig. 2



44*



45*



46*



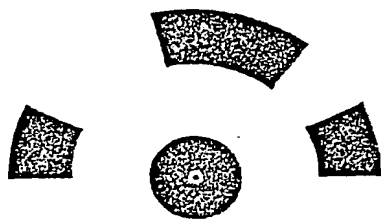
40*



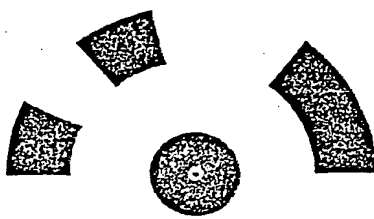
41*



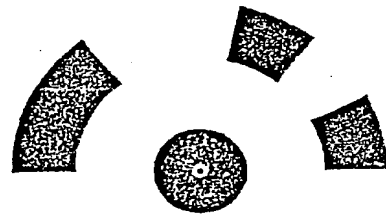
42*



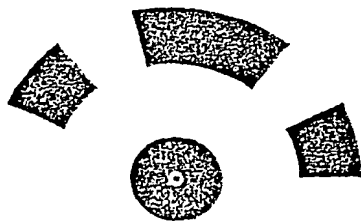
37*



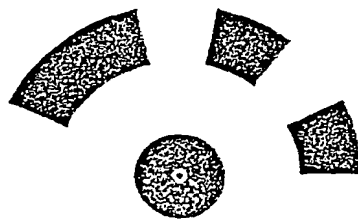
38*



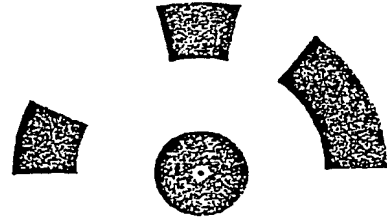
39*



34*



35*



36*

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)